Erfindungsbeschreibung

Einseitiger Deckelantrieb

(Single-sided cover drive)

Kurzfassung:

Die Erfindung betrifft ein mikroelektromechanisches System (MEMS) mit vereinfachter Aufbau- und Verbindungstechnik. Im Gegensatz zu bekannten Lösungen, die zwei Antriebsstrukturen und damit eine erhöhte Waferanzahl erfordern, wird ein MEMS-Wandler mit einseitiger Antriebsstruktur bereitgestellt. Die Elektroden werden mittels Oberflächentechnologie realisiert und übernehmen gleichzeitig die Funktion der Antriebselektroden und der akustischen bzw. fluidischen Abschlussschicht. Dadurch wird die Anzahl benötigter Wafer signifikant reduziert - entweder auf eine einzelne Scheibe (BSOI-Wafer) oder auf maximal zwei Scheiben mit einer Bondung. Die Elektroden sind reißverschlussartig (interdigital) angeordnet und erzeugen durch asymmetrische Geometrie die notwendige Antriebskraft. Die Erfindung ermöglicht eine wesentliche Reduktion der Herstellungskomplexität und -kosten bei Mikrolautsprechern, Mikropumpen und Ultraschallwandlern.

Stichwörter: Mikroelektromechanisches System (MEMS), Einseitiger Deckelantrieb, Interdigitale Elektrodenanordnung, Oberflächentechnologie, reduzierte Waferanzahl

Abstract:

The invention relates to a microelectromechanical system (MEMS) with simplified assembly and connection technology. In contrast to known solutions that require two drive structures and thus an increased number of wafers, a MEMS transducer with a single-sided drive structure is provided. The electrodes are realized using surface technology and simultaneously perform the function of drive electrodes and acoustic or fluidic cover layer. This significantly reduces the number of required wafers - either to a single wafer (BSOI wafer) or to a maximum of two wafers with one bonding step. The electrodes are arranged in an interdigital (zipper-like) pattern and generate the necessary driving force through asymmetric geometry. The invention enables a substantial reduction in manufacturing complexity and costs for micro speakers, micro pumps, and ultrasonic transducers.

Keywords: Microelectromechanical System (MEMS), Single-sided lid actuation, Interdigital electrode arrangement, Surface technology, Reduced wafer count

1 Erfindende und Autoren

Bert Kaiser, Sergiu Langa, Jörg Amelung, Jorge Mario Monsalve Guaracao

Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme (IPMS), Maria-Reiche-Str. 2, 01109 Dresden

2 Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein mikroelektromechanisches System (MEMS), das ausgestaltet ist, um eine große wirksame Fläche zur Interaktion mit einem Fluid aufzuweisen. Hierbei steht eine Vereinfachung der Aufbau- und Verbindungstechnik bzw. der Antriebsstruktur im Vordergrund.

Das MEMS-Bauelement kann in Mikrolautsprechern, Mikropumpen, Ultraschallwandler oder anderweitigen MEMS basierten Anwendungen eingesetzt werden.

3 Stand der Technik/ Charakteristik der bisherigen bekannten Lösungen

Die **WO2022117197A1** beschreibt ein MEMS-Bauelement mit einem beweglichen Element, das zwischen zwei Schichtstapel angeordnet ist. Das Bauelement umfasst zwei Antriebsstrukturen, die eine Kraft erzeugen um das bewegliche Element auszulenken. Nachteilig wird durch zwei Antriebsstrukturen eine erhöhte Scheibenanzahl benötigt.

4 Darlegung der Erfindung

Die erfindungsgemäße Aufgabe besteht darin einen MEMS-Wandler mit einer verringerten Anzahl von Scheiben bereitzustellen und damit den Herstellungsprozess wesentlich sowohl in Komplexität als auch in finanziellem Umfang zu reduzieren. Dabei müssen gleichzeitig die Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit, bspw. gemessen am Schalldruck bei einem Mikrolautsprecher, berücksichtigt werden.

Die Aufgabe wird gelöst, indem die Elektroden des MEMS-Wandlers mittels einer Oberflächentechnologie bereitgestellt werden und dadurch gleichzeitig die akustische bzw.

fluidische, allgemeiner funktionale, Abschlussschicht gebildet wird. Die in der Oberflächentechnologie bereitgestellten Elektroden übernehmen dabei gleichzeitig die Funktion des Antriebes (Antriebselektroden), also auch der akustischen Abdichtung. Letztes wird ggf. durch zusätzliche Schichten erreicht (bspw. Polymere).

Es können zwei Fälle unterschieden werden:
#1 Die Abschlussschicht wird auf einem BSOI Wafer realisiert und dadurch ist keinerlei Bondung erforderlich. Es ist nur eine einzelne Scheibe notwendig.
#2 Alternativ kann mit einem Standardwafer gearbeitet werden und nur eine einzelne Bondung ist notwendig.

Die erfindungsgemäße Aufgabe kann auch gelöst werden, indem ein Standardwafer die Abschlussschicht darstellt und die Elektroden trägt. Hierbei muss als zweiter Wafer ein BSOI Wafer eingesetzt werden um die Beweglichkeit der beweglichen Strukturen zu ermöglichen.

5 Ausführungsbeispiele (Beschreibung der Figuren)

Figur 1 zeigt die Strukturierung der Lösungen zur erfindungsgemäßen Aufgabe.

Figur 2 zeigt ein MEMS-Bauelement. Das Bauelement umfasst eine Antriebsstruktur und eine Bodenstruktur. Zwischen den beiden Strukturen sind bewegliche Elemente angeordnet.

Figur 3 zeigt eine Draufsicht der Anordnung. Die Elektroden sind reißverschlussartig (interdigital) angeordnet und einseitig auf dem Substrat ruhend. So wird die notwendige Antriebs-Asymmetrie sichergestellt. Der Querschnitt verläuft konstant.

Figur 4 zeigt eine Draufsicht der Anordnung der Elektroden. Die Elektroden sind reißverschlussartig (interdigital) angeordnet und beidseitig auf dem Substrat ruhend. Der Querschnitt verläuft nicht konstant und gerade jeweils entgegengesetzt im Vergleich der Verläufe der Elektroden A und B. So wird die notwendige Antriebs-Asymmetrie sichergestellt.

Figur 5a zeigt eine Draufsicht der Anordnung der Elektroden. Die Elektroden sind reißverschlussartig (interdigital) angeordnet und beidseitig auf dem Substrat ruhend. Der Querschnitt verläuft nicht konstant, aber stetig (im Beispiel linear; kann auch nicht-linear verlaufen bspw. geschwungen) und gerade jeweils entgegengesetzt im Vergleich der Verläufe der Elektroden A und B. So wird die notwendige Antriebs-Asymmetrie sichergestellt.

Figur 5b zeigt eine Draufsicht der Anordnung der Elektroden. Die Elektroden sind reißverschlussartig (interdigital) angeordnet und beidseitig auf dem Substrat ruhend. Der Querschnitt verläuft nicht konstant, aber stetig (im Beispiel linear; kann auch nicht-linear verlaufen bspw. geschwungen) und gerade jeweils entgegengesetzt im Vergleich der Verläufe der Elektroden A und B. So wird die notwendige Antriebs-Asymmetrie sichergestellt. Hierbei werden zwei (ein Paar) von Finnen überspannt und für jede der Finnen ergibt sich eine gerade entgegengesetzte Antriebs-Asymmetrie, sodass eine Gegentakt Bewegung geschaffen wird.

Figur 6a zeigt eine schematische Seitenschnittansicht MEMS-Bauelement mit einer Antriebsstruktur und einem beweglichen Element. Die Antriebsstruktur umfasst eine beidseitig des beweglichen Elements (oder der Elemente) abgestützte Elektrode.

Figur 6b zeigt eine schematische Seitenschnittansicht MEMS-Bauelement mit einer Antriebsstruktur und einem beweglichen Element. Die Antriebsstruktur umfasst zumindest zwei nebeneinander angeordnete Elektroden, die eine Opferschicht besitzen. Das bewegliche Element und die Elektroden sind durch einen Spalt miteinander beabstandet.

Figur 7 zeigt ein einseitig und asymmetrisches angetriebenes MEMS mit ~ 0,3 µm Oxidschicht. Zwischen den Elektroden sind Luftlöcher angeordnet.

6 Möglicher Aufbau und Inhalt der Ansprüche

Kennzeichnend ist eine einseitige Antriebsstruktur bzw. Elektrodenstruktur.

Kennzeichnend ist eine Abschlussschicht mit gebondetem Wafer auf BSOI Substrat oder mit Oberflächentechnologie auf BSOI Substrat oder Standardwafer.

Kennzeichnend ist eine reißverschlussartige und eine einseitig auf dem Substrat ruhende Anordnung der Elektroden.

Kennzeichnend ist eine reißverschlussartige und beidseitig auf dem Substrat ruhende Anordnung der Elektroden.

Kennzeichnend ist eine abwechselnde entgegengesetzte Anordnung der Elektroden

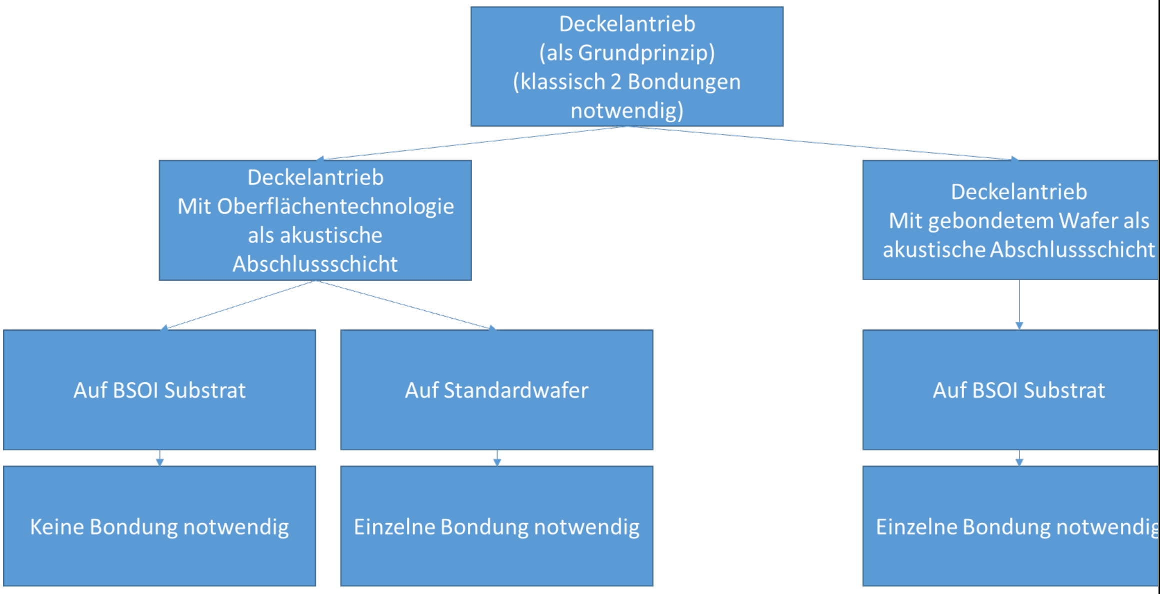
Kennzeichnend sind Elektroden mit verschiedenen Formen (siehe Figur 4, 5a, 5b), z.B. auch nicht linearer Querschnittsverlauf (geschwungen) möglich.

Kennzeichnend ist eine Antriebsstruktur mit beidseitig, neben dem beweglichen Element oder den beweglichen Elementen, abgestützte Elektroden.

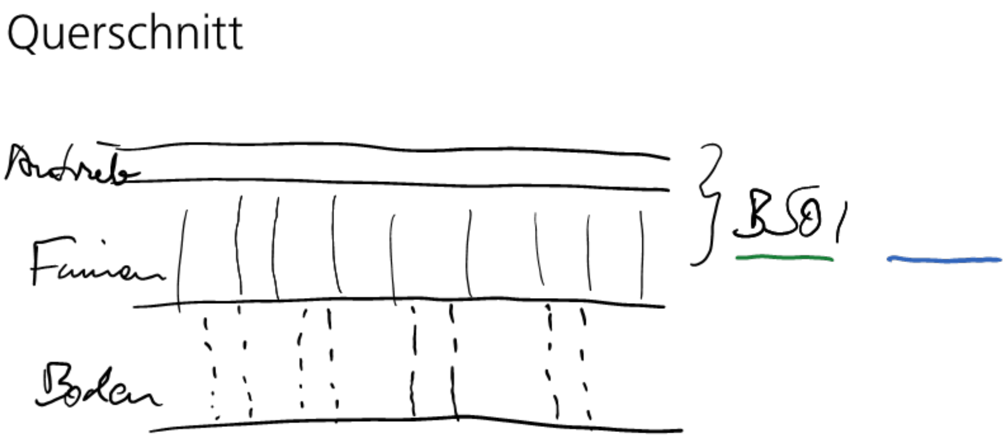
Kennzeichnend sind Elektroden mit einer Opferschicht.

Kennzeichnend ist ein asymmetrischer Antrieb mit BSOI für Ultraschallwandler

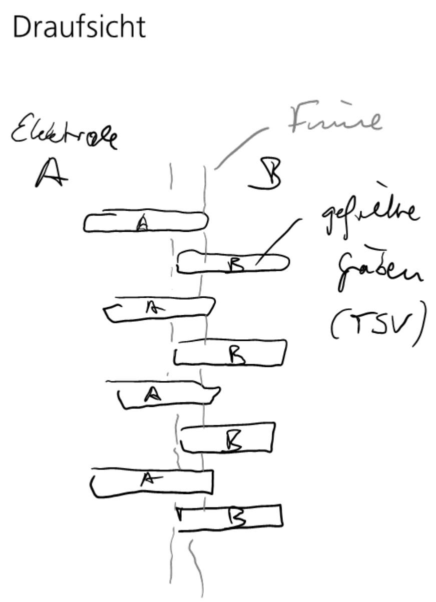
Kennzeichnend ist Elektrodenform derart, dass Luftlöcher zwischen den Elektroden angeordnet sind.



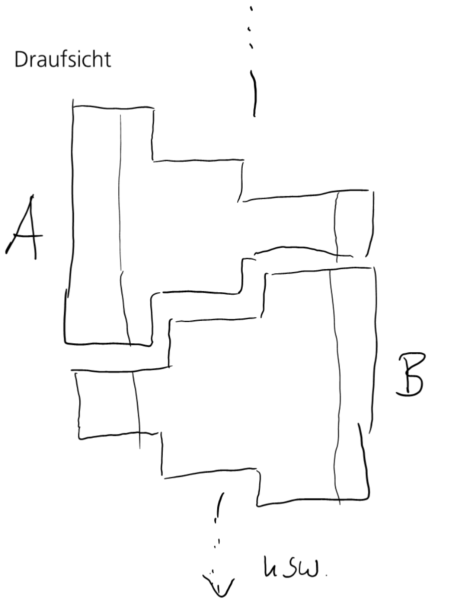
Figur 1



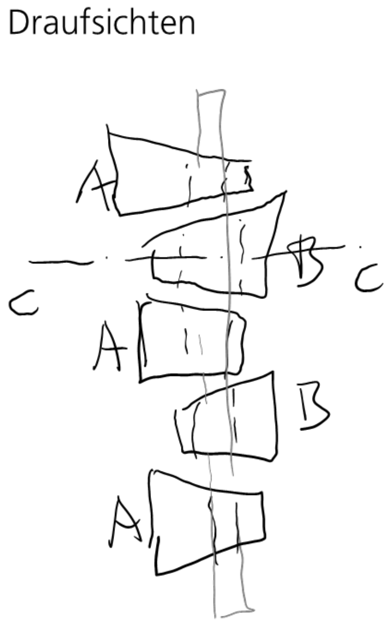
Figur 2



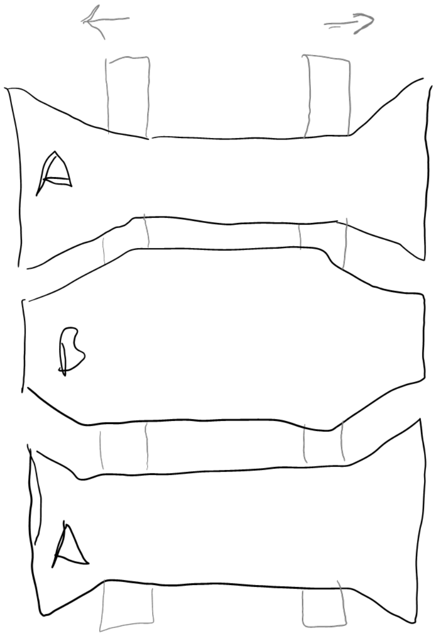
Figur 3



Figur 4

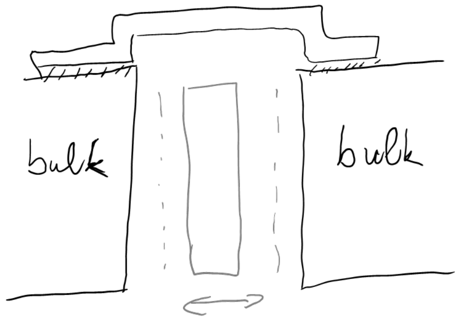


Figur 5a

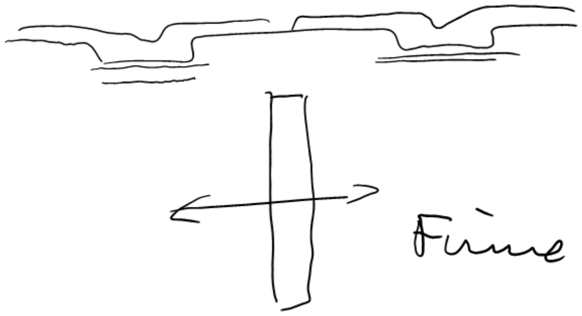


Figur 5b

Schnittansicht Schnitt C-C' am Beispiel der Figur 5 (analog Fig. 3 und Fig. 4)

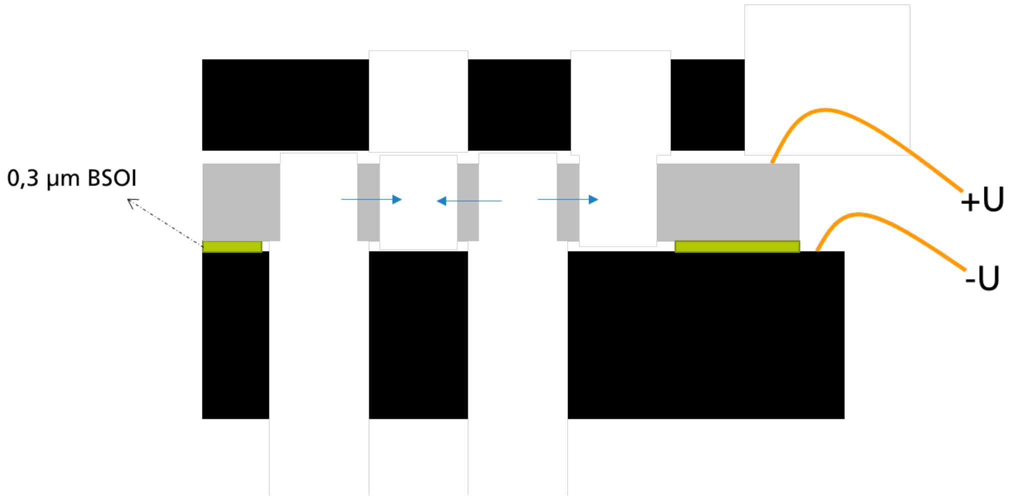


Figur 6a



Figur 6b

„NED-Filum" Einseitig und Asymmetrisch mit der ANEL75-Technologie



Figur 7